

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-121417  
 (43)Date of publication of application : 02.06.1987

(51)Int.CI. G02B 21/02  
 // G02B 21/00

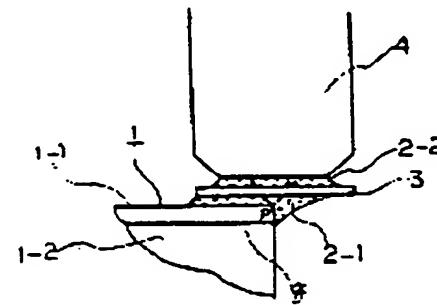
(21)Application number : 60-261018 (71)Applicant : HITACHI LTD  
 (22)Date of filing : 22.11.1985 (72)Inventor : NAKAZAWA KOJI

## (54) LIQUID-IMMERSION OBJECTIVE LENS DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To make a high-resolution observation without flowing out a liquid medium even when the end part and peripheral part of a sample are observed through a microscope by laminating the media of different quality in layers as a medium to be interposed between the tip of an objective lens and the sample to be observed.

**CONSTITUTION:** Plate glass 3 is stuck on the objective lens 4 by an oil film 2-2. An oil film 2-1, on the other hand, is dripped on the surface of the sample 1 and the objective lens 4 is put close to a focusing position, so that the oil film 2-1 sticks on the transparent glass 3 as an intermediate medium. At this time, the oil film 2-1 becomes sufficiently thin, so the oil film is held with its surface tension and prevented from flowing out of the end part of the sample 1. Consequently, the vicinity of the end part point P of the sample 1 which can not be observed by a conventional oil-immersion observing method because the oil flows out can be observed by oil immersion.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

④日本国特許庁 (JP)

④特許出願公開

## ④公開特許公報 (A)

昭62-121417

③Int.Cl.  
G 02 B 21/02  
// G 02 B 21/00

識別記号

序内整理番号

8106-2H  
7370-2H

④公開 昭和62年(1987)6月2日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

④発明の名称 波長対物レンズ装置

④特 願 昭60-261018  
④出 願 昭60(1985)11月22日

④発明者 中沢 宏治 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

④出願人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

④代理人 弁理士 小川 勝男 外1名

## 明細書

## 1. 発明の名称

波長対物レンズ装置

## 2. 特許請求の範囲

1. 対物レンズ先端と被観察試料との間に、少なくとも被体の媒体を介在させる波長対物レンズ装置において、前記対物レンズ先端と前記被観察試料との間に介在させる媒体を、複数の異質の媒体で層状に構成したことを特徴とする波長対物レンズ装置。

2. 特許請求の範囲第1項記載のものにおいて、対物レンズ先端と被観察試料との間に介在させる媒体を、層状の異なる複数の媒体で層状に構成したものである波長対物レンズ装置。

3. 特許請求の範囲第1項または第2項記載のもののいずれかにおいて、対物レンズ先端と被観察試料との間に介在させる媒体は、被体媒体中に、透明を固体により形成された中間媒体を介在させ層状に構成するものとし、前記被体媒体はガラスとし、少なくとも中間媒体と

被観察試料との間に表面張力を発生する油膜を形成せしめたものである波長対物レンズ装置。

4. 特許請求の範囲第3項記載のものにおいて、被体媒体中の中間媒体を透明な平面状の板ガラスとしたものである波長対物レンズ装置。

5. 特許請求の範囲第3項記載のものにおいて、被体媒体中の中間媒体を透明な球子面状の板ガラスとしたものである波長対物レンズ装置。

6. 特許請求の範囲第3項記載のものにおいて、被体媒体中の中間媒体を透明な球ガラスとし、この球ガラスをリング状に固定し、このリングを対物レンズ先端部の外周に、特定範囲を想定可能に保護したものである波長対物レンズ装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## (発明の利用分野)

本発明は、重長対物レンズ装置に係り、被体媒体の先端を防護するのに好適な波長対物レンズ装置に関するものである。

## 特開昭62-121417(2)

## 〔発明の背景〕

顯微鏡観察により10倍バーナンや無限ヘッド等の被視光学系を寸法形状を0.1mm オーダーの高精度で測定する場合、被視系対物レンズよりも被視対物レンズの方が導像力が良いため有用となるが、被視対物レンズでは、対物レンズと被視試験鏡（以下単に試験鏡といふ）との間に油膜など被視鏡体を介在させることが必要となる。

従来の被視対物レンズ装置による被視について第9図および第10図を参照して説明する。

第9図は、従来の被視対物レンズ装置の断面図、第10図は、第9図の装置による試験鏡の被視観察状態を示す説明図である。

従来の被視対物レンズ装置では、第9図に示すようだ、対物レンズメイの先端に油などの被視鏡体2を塗布して試験鏡1を被視するようになっている。

被視鏡体2の屈折率をn<sub>2</sub>とすると、対物レンズの性能を疎ねず開口数f/Dは次式で与えられる。

式1……(1)

ただし、n<sub>2</sub>は光路上の位置0から対物レンズメイに入射する光束の最大値である。

ところで、被視鏡の分解能は、使用する光の波長をλとして、

式2……(2)

被視対物レンズでは、鏡体鏡体2の屈折率n<sub>2</sub>が、被視系対物レンズにおける空気の屈折率n<sub>1</sub>にくらべて大きくなれる。となるので、対物レンズの分解能は被視鏡のn<sub>2</sub>が被視鏡よりも優れている。そこで、サブミクロン・オーダーの微細な寸法形状を顯微鏡観察する場合、被視対物レンズの方が高精度な観察が可能となる。

例えば、上式でλ=0.6328μとし、n<sub>2</sub>×対物レンズにおけるn<sub>1</sub>=0.93とすると、市販されている顯微鏡用の油の屈折率n<sub>2</sub>=1.5であるから、λ=0.23μの分解能が被視対物レンズにおいて得られるが、被視系対物レンズでは、λ=0.57μとなる。

対物レンズ先端と被視試験鏡との間に、少なくとも鏡体の鏡体を介在させる被視対物レンズ装置について、前記対物レンズ先端と前記被視試験鏡との間に介在させる鏡体を、鏡頭の被視の鏡体で層状に被覆したものである。

なお、付記すると、対物レンズ先端と被視試験鏡との間に介在させる鏡体は、鏡体鏡体中に、透明な固体により形成された中間鏡体を介入させ層状に被覆するものとし、前記鏡体鏡体は油とし、少なくとも中間鏡体と被視試験鏡との間に表面張力を発生する油膜を形成せしめたものである。

すなわち、本発明では、被視対物レンズの作動距離を見かけ上小さくし、試料上の被視鏡体を減少させることにより油膜の流動を防止している。

また、使用する鏡体鏡体の油の粘度を大きくすることにより油膜の流動を防止している。その結果、試料の端部や周辺部についても、被視対物レンズにより高精度な観察を可能化したもの

試料上の被視鏡体が試料の平面内にある場合は、被視対物レンズを使う上で問題は生じないが、第10図に示すとく、試料1の周辺部や端部を被視する場合は、鏡体鏡体2の油膜が突出してしまい、被視鏡体が不可観となる。ここで100×対物レンズの場合、一例として、作動距離λ=0.23μを基準である。

なお、上記の制限鏡の分解能や対物レンズの屈折率に関しては、例えば、西井他2名、応用工学研究、空原出版（昭和44年2月）、P.87に記載されている。

## 〔発明の目的〕

本発明は、前述の被視鏡の問題点を解決するためになされたもので、試料端部や周辺部を顯微鏡観察する場合でも、対物レンズ先端と被視鏡との間に介在する鏡体鏡体が突出することなく、高分解能の観察を可能にする被視対物レンズ装置の提供を、その目的としている。

## 〔発明の構成〕

本発明に係る被視対物レンズ装置の構成は、

## 特開昭62-121417(3)

のである。

## (発明の実施例)

以下、本発明の各実施例を第1図ないし第9図を参照して説明する。

まず、第1図は、本発明の一実施例に係る複数対物レンズ装置による試験面部構造状況を示す構成図、第2図は、本発明の他の実施例に係る複数対物レンズ装置による開口数の改善を示す構成図である。

なお、各図において、第9図と同一符号のものは従来技術と同等部分を示しておらず、対物レンズ4は外形を示しているが、その内容は第9図に示したレンズ構成と同じものである。

第1図において、2-1、2-2は、対物レンズ4先端と被写体試料(以下単に試料という)1との間に介在させる被体試体に係る油2による油膜を示す。3は、被体試体中の中間試体を構成する薄い平板状の透明な被ガラスである。

このように、本実施例では、油膜2-1、被ガラス3、油膜2-2が層状に積層して被体を

油膜2-1、2-2の屈折率は異なる値をもつてように別々の油を用いることともできるが、一般的には同一の油を用いて同じ屈折率とすることができる。例えば屈折率n<sub>1</sub>=1.15である。また、被ガラス3の屈折率は通常は上記他の屈折率と同一になるような材質を選ぶことができるが、別の屈折率とすることもできる。

油膜2-1、2-2および被ガラス3の屈折率をみな同一のn<sub>1</sub>=1.15とした場合には、光学的には、第9図に示した従来の複数対物レンズ装置と全く同じになり、ただ被ガラス3が油膜の形状を保持しているという点のみが異なる。

油膜と被ガラスの屈折率をあわらせた他の実施例が第2図に示すものである。

第2図の複数対物レンズ装置では、油膜2-1の屈折率を相対的に大きく、例えばn<sub>1</sub>=1.60とし、被ガラス3の屈折率を小さく、例えばn<sub>1</sub>=1.15とする。

このように、屈折率を調整することにより、対物レンズ4に対する最大入射角は、第9図に

構成している。

その構成の構成の仕方と作用を説明する。

まず、被ガラス3を油膜2-2により対物レンズ4に付着させておく。一方、試料1の裏面に油膜2-1を薄下しておき、前記対物レンズ4を全焦点位置まで近づけると、油膜2-1は中間試体である透明ガラス3に付着する。このとき、油膜2-1の厚さは十分に薄くなっているので、油膜の表面張力により第1図のように油膜が保持され、試料1の裏面から突出することを防止できる。

したがって、被体の被写体試料では、油が突出して離脱できなかつた試料1の裏面と裏面側を油で被覆することが可能である。

一例として、対物レンズ4の作動距離を0.23mmとし、被ガラス3を0.07mmの複層にすると、油膜2-1、2-2は、各々0.07mm厚さとなる。また、対物レンズ4先端の油膜と接する直後は、例えば3mmで、被ガラス3の直後はこれより多少大きめに作ることができる。

示したと同じようにしたがら、試料1裏面の光軸上の屈折点のから対物レンズ4に向う光の光軸となす最大角度θ<sub>1</sub>を、θ<sub>1</sub>>θ<sub>0</sub>と大きくすることにより、先に仰て示した開口数タイを従来より大きくでき、対物レンズの分解能を従来より向上させることができる。

なお、前述の第1、2図の複数対物レンズ装置について、被ガラス3、4を対物レンズ4の先端に接着または吸着可能にすることにより、油膜2-2は省くことができる。

また、被ガラス3を、試料1の上に密着してのせることを可能にすることにより、油膜2-1を省くことができる。

さらに、例として、油膜2-1に、例えば粘性の高い油を用いることができれば、被ガラス3を用いることなく、油膜2-2を油膜2-1の上に直接接着することが可能である。

このとき、対物レンズ4の作動距離をθ<sub>1</sub>として、油膜2-2の厚さは0~4mmの間で可能であり、これに応じて油膜2-1の厚さは4~0

特開昭62-121417 (4)

の間で可能である。

また、さらに構成を例として、第2図に示した構成に複数された複数の鏡体、すなわち鏡2-1、2-2、複ガラス3の各層のうちの1層を、空気層または真空層(断卦率=0)とすることも可能である。

例えば、試料1に接する鏡2-1に相應する層に、屈折率の非常に高い物質(例えば、 $n=2$ )を使い、複ガラス3に相應する層を空気層として、各層の厚さを調整すれば、対物レンズ4に対する最大入射角 $\theta$ を従来と等しくすることも可能である。

なお、第1図に示すように、試料1の表面に透明な保護膜1-1が形成されていて、この保護膜1-1を通して鏡子1-2の表面、例えば、 $180^\circ$ を覗くような場合もある。

このような場合は、保護膜1-1の厚さを十分厚く形成することにより油膜部の厚さを薄くして油膜の漏出を防止することができ、複ガラス3を用いずに油膜調節を行うことも可能である。

第3図に示す実施例は、複体鏡体に係る構成2-1、2-2間に、中間鏡体に係る透鏡を複ガラス3が介入されており、この複ガラス3はリング6に固定されている。このリング6は、対物レンズ4の外周面に、上下方向に特徴鏡面を回転できるよう構成されている。6は、リング6が対物レンズ4から接するのを防止するストッパーである。

リング6の内側は油膜2-2で拡大されており、リング6の上下動により複ガラス3と対物レンズ4先端との間の隙間が遮切れることがないように構成されている。

このように、中間鏡体に係る複ガラス3を対物レンズ4側に拘束することにより、第1、2図に示したような油膜調節の作業性が著しく向上する。

次に、本発明のさらに他の実施例を第4図を参照して説明する。

第4図は、本発明のさらに他の実施例に係る複対物レンズ装置の構成図で、図中、第2図

の。

ところで、第1図に示すように、試料1の表面、周辺部を観察する複対物レンズ装置の構成では、試料1を対物レンズ4から遮ざけた場合、複ガラス3は、試料の複陥凹鏡の大きい対物レンズ4側に付着するので都合がよい。

しかるに、試料1の表面、周辺部を観察する第1図の場合と違って、試料1の中央平面部を観察する第2図の例では、複ガラス3の上下層の油膜保護層は形成等しいので、試料1を対物レンズ4から遮ざけた場合、複ガラス3が、対物レンズ4と試料1とのどちら側に付着して残るかは一概に決まらず、試料の場所を覚えて観察を継続するのに作業性が悪くなる。

そこで、これを改善した複対物レンズ装置が第5図に示すものである。

第5図は、本発明のさらに他の実施例に係る複対物レンズ装置の構成図であり、図中、第1図と同一符号のものは、同様部分であるから、その説明を省略する。

と同一符号のものは同様部分であるから、その説明を省略する。

前述の第1図ないし第5図の装置では、中間鏡体は平面状の複ガラスを用いたものであるが、第6図の例は、複鏡中の中間鏡体に、球面状または非平面状の複ガラス3'を用いたものである。

本実施例によれば、先の実施例と同様の効果が期待されるほか、中間鏡体の介入によって生じる球面収差を改善することも可能である。

次に、複対物レンズ装置による観察の具体例を第5図ないし第6図を参照して説明する。

第5図は、第1図の油膜2より複対物レンズ装置を拡大して示す説明図、第6図は、その複対物レンズ装置、第7図は、第6図のマージ面上の照度分布図、第8図は、アソセニタ付を複対物装置の構成図である。

第5図に示す複対物装置では、試料1は、複鏡に係る保護膜1-1が形成されたもので、鏡子1-2両面のバターンサ波形状を複鏡するも

○ て か る。

電子 1-2 は、特定の点 (1, 田端), 整理図で示される形状を有している。

電子 1-2 上の短波近傍の特徴の点。に矢印のように入射して反射した光は、保護図 1-1 の端面メガネ上で全反射し、矢印のように対物レンズに戻るため鏡像 $\beta$ を形成する。

このように、後退率 1-1 の倍率  $\lambda$  で全反対させるためには、後退率 1-1 の屈折率を屈折率 2-1 の屈折率より大きくしなければいけない。例えば、屈折率 2-1 の屈折率  $\lambda_2$  を 15 とし、後退率 1-1 の屈折率  $\lambda_1$  を 163 とすれば、上記

このような地盤調査を行うアシモニタ付測量機器の構成を図に示す。

第3図に示して、1は試料、4は、顕微鏡の対物レンズで、双筒対物レンズ顕微鏡を構成している。7は、顕微鏡の鏡筒、8は、顕微鏡に構成した「ドカメラ」、9は信号処理回路、10は、各ニタ用のディスプレイ装置である。

後保険レンズ報酬を請求することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明の一実施例に係る被覆対物レンズ装置による試料端部観察状況を示す構成図、第 2 図は、本発明の他の実施例に係る被覆対物レンズ装置による開口部の改善を示す構成図、第 3 図は、本発明のさらに他の実施例に係る被覆対物レンズ装置の構成図、第 4 図は、本発明のさらに他の実施例に係る被覆対物レンズ装置の構成図、第 5 図は、第 1 図の構成による開口部形状を拡大して示す説明図、第 6 図は、その構成説明図、第 7 図は、第 6 図のレーベ面上の遮光部分説明図、第 8 図は、アダプタ付被覆対物レンズ装置の構成図、第 9 図は、従来の被覆対物レンズ装置の断面図、第 10 図は、第 9 図の断面に上る試料の端部観察状態を示す説明図である。

1 … 試験 2-1, 2-2 … 油鏡  
3, 3', 5A … 被ガラス 4 … 對物レンズ  
6 … ランプ

代理人弁護士 小川廣男

—8

鄂圖明62-121417(8)

第5図に示すように、某長距離レンズによって観察したときの、屈折係数は第6図に示すようになり、実像の実像パターンに対応して、屈折の屈折パターンが観察されると。

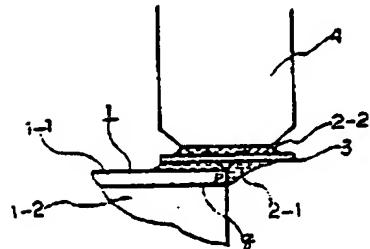
いま、第 5 図に示したように、被検対物レンズ装置を備えた頭微鏡に A ソウメテ 8 を搭載し、頭微鏡画像をディスプレイ装置 10 上に探し出すこと、第 6 図のスレーブ断面上の輝度信号は、第 7 図に示すようになり、実像と想像の境界上の 1 点と、パターン校正点。点は書いため同図のように斜らなんだ形状となる。

したがって、一、間の距離を、乾燥系対物レンズでは調整することのできたかった0.1mmオーダーの微細な寸法まで、高精度に測定することができる。

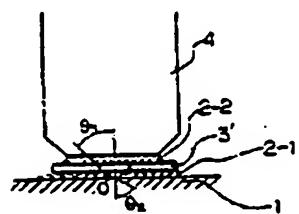
### (発明の効果)

以上述べたように、本発明によれば、試料回路や周辺部を短時間試験する場合でも、対極レンズ先端と試料との間に介在する被検物体が発生することなく、高分解能の観察を可能にする。

第 1 页

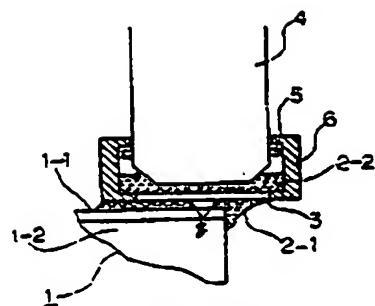


第 2 四

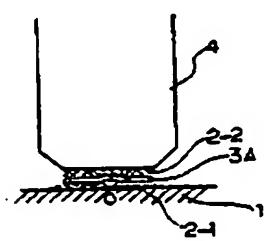


特開昭62-121417(6)

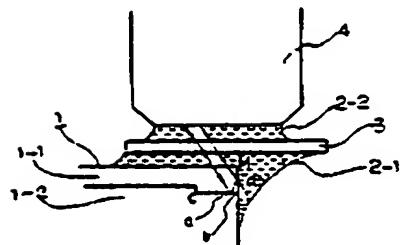
第3図



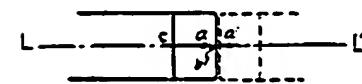
第4図



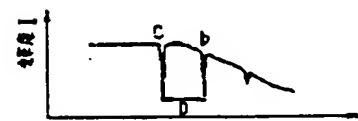
第5図



第6図

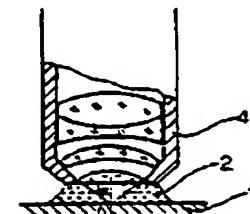
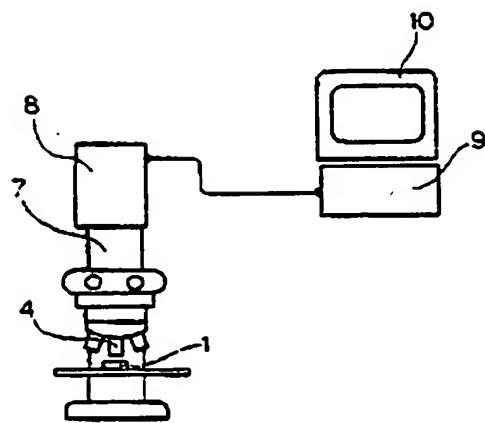


第7図



第9図

第8図



第10図

